

Peter Chifflard, Daniel Karthe,  
Katja Heller

**Beiträge zum 47. Jahrestreffen  
des Arbeitskreises Hydrologie  
vom 19.-21. November 2015  
in Dresden**

**GEOGRAPHICA AUGUSTANA**

**Peter Chifflard, Daniel Karthe,  
Katja Heller**

**Beiträge zum 47. Jahrestreffen  
des Arbeitskreises Hydrologie  
vom 19.-21. November 2015 in Dresden**

**Peter Chiffard, Daniel Karthe, Katja Heller**

**Beiträge zum 47. Jahrestreffen des Arbeitskreises Hydrologie vom 19.-21.November 2015  
in Dresden**

**Augsburg 2016**

**ISBN 978-3-923273-97-3**

**ISSN 1862-8680**

**Copyright: Institut für Geographie, Universität Augsburg 2006**

**Alle Rechte vorbehalten**

**Umschlaggestaltung Jochen Bohn  
Textverarbeitung Peter Chiffard  
Druck Digitaldrucke Bayerlein GmbH Neusäß**

# **Geschiebemanagement an der Iller – Vorstellung des gemeinsamen Projektes des Instituts für Geographie, Universität Augsburg und den Bayerischen Elektrizitätswerken**

Tsigaridas Michael, Merkel Wolfgang & Wetzel Karl-Friedrich

*Institut für Geographie, Lehrstuhl für Physische Geographie und Quantitative Methoden, Universität Augsburg*

## **Zusammenfassung**

In einem 25 Kilometer langen Abschnitt der Iller (Voralpenfluss im Allgäu, Zufluss der Donau) befinden sich fünf Laufwasserkraftwerke, an denen die ökologische Durchgängigkeit durch den Bau von Umgehungsgewässern wiederhergestellt wurde. Trotzdem fehlen weiterhin eine Durchgängigkeit für Geschiebe und wichtige Schlüsselhabitate, die für einen selbsterhaltenden Lebensraum von Bedeutung sind.

Für die Wiederherstellung dieser Lebensräume spielen folgende Handlungsfelder eine entscheidende Rolle:

- Ein zielgerichtetes Geschiebemanagement, um geeignete Gewässerstrukturen zu schaffen
- Die Gestaltung ergänzender Schlüsselhabitate in den Umgehungsgewässern (insbesondere Laichplätze, „Kinderstuben“ und Schutz gegen Verdriftung bei Hochwasser
- Die Vernetzung von Gewässer, Uferzone und angrenzender Aue
- Die Schaffung von beschatteten Flachwasserzonen

Durch das Geschiebemanagement-Projekt der Universität Augsburg und den Bayerischen Elektrizitätswerken (BEW) werden auf die Dauer von 2015 bis 2019 konkrete Lösungen an einem subalpinen Fließgewässer getestet und Handlungsempfehlungen entwickelt. Die Evaluation des Projektes erfolgt durch ein begleitendes Monitoring mithilfe verschiedener Methoden. Neben der Durchführung von Sohlpeilungen und der Kartierung der Ufervegetation sowie der Uferstrukturen stellen Luftbilder von Drohnen ein zentrales Werkzeug dar. Zusätzlich zur visuellen Auswertung erfolgt die Anwendung des Structure-from-Motion Verfahrens.

## **1. Einführung und Fragestellung**

Die europäische Wasserrahmenrichtlinie 2000/60/EG fordert die Erreichung eines guten ökologischen Zustandes bzw. Potentials eines Flusswasserkörpers. Hierbei wird insbesondere die Verbesserung der aquatischen Umwelt angestrebt. Die Grundvoraussetzung zur Erreichung dieses Ziels ist die Bereitstellung einer guten

gewässermorphologischen Situation, welche vor allem ihre Funktion als Habitat erfüllt. In zahlreichen stau-regelten Flüssen Mitteleuropas ist diese Grundvoraussetzung nicht erreicht, weshalb ein aktives Sediment- und Geschiebemanagement notwendig wird. Bisher fehlen allerdings konkrete Handlungsempfehlungen, wie dies in der Praxis umzusetzen ist. Im Rahmen des Geschiebemanagement-Projektes der Universität Augsburg und den Bayerischen Elektrizitätswerken (BEW) sollen an freien Laufabschnitten der Iller im Unterwasser von vier Laufwasserkraftwerken verschiedene Formen des Geschiebemanagements getestet, bewertet und ggf. Handlungsempfehlungen für deren praktische Umsetzung entwickelt werden.

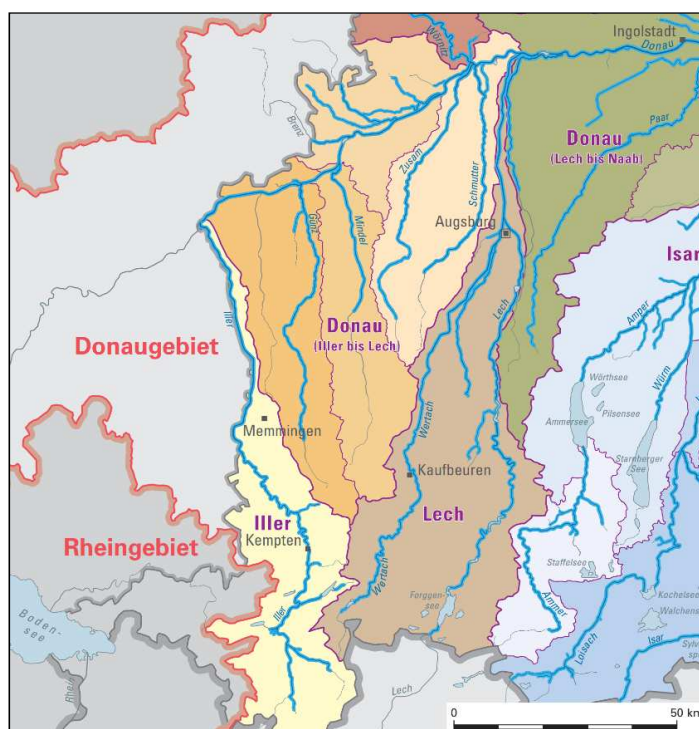
Daraus ist die zentrale Fragestellung des Projektes abzuleiten: Das Ziel des Vorhabens ist es, in einem Demonstrationsvorhaben geeignete Lösungen für ein Geschiebemanagement umzusetzen, zu testen, zu optimieren und zu etablieren. Es soll das „gute ökologische Potenzial“ des Gewässers im Sinne der Wasserrahmenrichtlinie realisiert und ein selbsterhaltendes, ökologisches System innerhalb der Kette von Staustufen geschaffen und langfristig etabliert werden.

## 2. Das Untersuchungsgebiet

Die Iller ist ein südlicher Zufluss der Donau und stellt einen charakteristischen Voralpenfluss dar. Sie entspringt den drei Gebirgsflüssen Breitach, Trettach und Stillach im Allgäu. Der Ursprung der Iller entspricht dem Zusammenfluss bei Oberstdorf. Bei Ulm mündet das Gewässer bei Flusskilometer (Fkm) 147 in die Donau und verfügt über ein Einzugsgebiet von 2.154 km<sup>2</sup> (vgl. Abb. 1) (REINECK 1996).

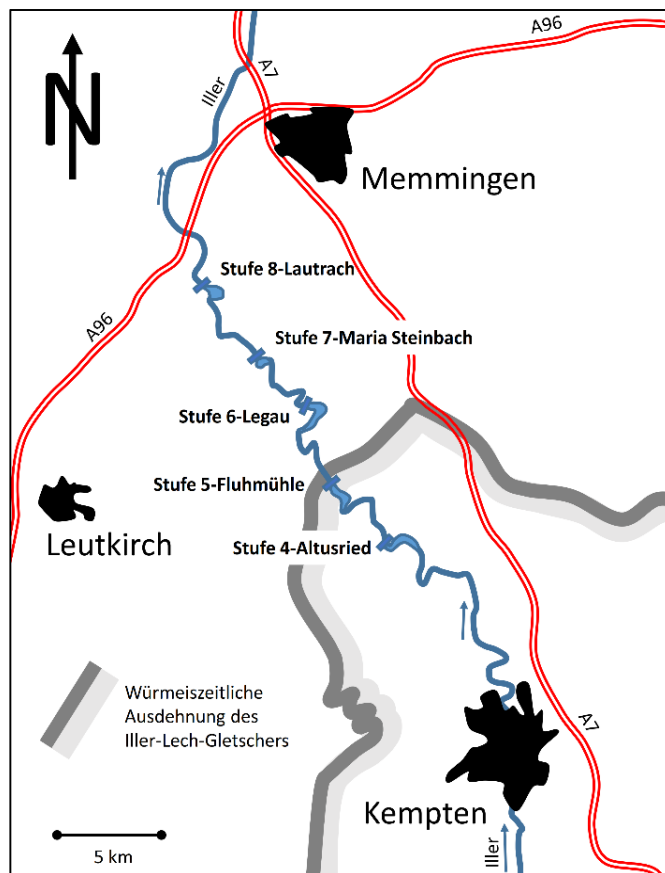
Das Untersuchungsgebiet befindet sich innerhalb der BEW-Staustufenkette zwischen Kempten (Oberallgäu) und Memmingen (Unterallgäu). Der Kopfspeicher ist die Staustufe 4-Altusried (Fkm 83,77), Fußspeicher ist die Staustufe 8-Lautrach (Fkm 59,30) (vgl. Abb. 2). Im Unterwasser der Staustufen existieren jeweils freie Fließstrecken von mehreren hundert Metern Länge.

**Abb. 1:** Teileinzugsgebiete der bayerisch-schwäbischen Donauzuflüsse Quelle: stark verändert nach BAY. LFU (2014)



Insgesamt umfasst das Gebiet eine Flussstrecke von ca. 25 km und liegt im Mittellauf der Iller. Die dortigen Leitfischarten sind Äschen (Hyporithral) und Barben (Epipotamal). Die Einstufung des Flusswasserkörpers nach EG-WRRL (vgl. Erläuterungen in EG 2000) erfolgt als erheblich veränderter Wasserkörper (HMWB – Heavily Modified Waterbodies). Der amtliche Pegel Kempten (Fkm 102,70) ist der nächstgelegene und gibt Auskunft über die typischen Abflussverhältnisse für die Jahresreihe 1901-2012 (BAY. LFU 2016):

- NQ: 4,06 m<sup>3</sup>/s
- MNQ: 9,38 m<sup>3</sup>/s
- MQ: 46,6 m<sup>3</sup>/s
- MHQ: 378 m<sup>3</sup>/s
- HQ: 884 m<sup>3</sup>/s (2005)



**Abb. 2:** Die Staufufen im Iller-Durchbruchstal Quelle: überarbeitet nach HABBE (2000)

Die Abflusswerte sind aufgrund der geringen Anzahl von Zuflüssen zwischen dem Pegel Kempten und der Staufufe 4-Altusried als repräsentativ anzusehen. Messungen an den Staufufen ergeben eine Abweichung von 3-4 m<sup>3</sup>/s bei MQ. Das Untersuchungsgebiet befindet sich innerhalb eines Durchbruchstals. Die Staufufe 5-Fluhmühle liegt etwa an den äußersten Endmoränen des würmeiszeitlichen Iller-Lech-Gletschers (vgl. Abb. 2). Der Moränendurchbruch ist durch steilwandige Bereiche mit einem Canyon-Charakter gekennzeichnet (HABBE 2000). Aufgrund von intensiver Erosion im Holozän verläuft die Iller abschnittsweise in Sedimenten der oberen Süßwassermolasse. Die mehrere Dekameter mächtigen glazifluvialen Schotter und Gletscherseeablagerungen der Würmeiszeit sind hier vollständig abgetragen worden (REINECK 1996).

Aufgrund der relativen Enge des Tales mit den einschränkenden Steilhängen wurden mehrere Laufwasserkraftwerke realisiert. Daher sind die Stauabschnitte keine typischen Seenketten wie beispielsweise am Lech, sondern weisen im Unterwasser Abschnitte mit freien Fließstrecken auf. Aufgrund der Aneinanderreihung von 5 Staufufen auf einer Strecke von 25 km umfassen die einzelnen frei fließenden Abschnitte zusammen ca. 5 km. Diese können in folgende Teilabschnitte unterschieden werden:

- Fließstrecke im direkten Unterwasser der Staustufe, bis ca. 1 km
- Rückstau beeinflusste Transportstrecke, ca. 1-2 km, Beginn der Stauwurzel
- Staubereich, ca. 1-2 km



**Abb. 3:** (links) UW Stufe 6-Legau: Verlauf der Sohle in der oberen Süßwassermolasse, hellgrüne Bereiche, (rechts) UW Stufe-5 Fluhmühle: Geschiebeeintrag durch die Rohrach. Quelle: (links) DROHNENBEFLIEGUNG BEW (2016), (rechts) EIGENE AUFNAHMEN (2015)

Unter Betrachtung der Leitfischarten und der ursprünglichen Iller vor dem Bau der Kraftwerke ist in dem Untersuchungsgebiet im natürlichen Zustand mit einer Erosionsstrecke mit ausgeprägtem Kiestransport zu rechnen. Um das gute ökologische Potential nach EG-WRRL (vgl. Erläuterungen in EG 2000) mit den entsprechenden Leitfischarten wiederherzustellen, liegt der Fokus im Folgenden auf den bis zu 1-2 km langen Fließstrecken im Unterwasser der jeweiligen Kraftwerke.

### 3. Das Geschiebemanagement

#### Die bisherige Situation

Die BEW ist im Untersuchungsgebiet zum Unterhalt des Gewässers verpflichtet. Das Geschiebemanagement im Rahmen dieser Unterhaltungspflicht umfasst das Ausbaggern des abgelagerten Geschiebes vor der Kopfstaustufe 4-Altusried, dem Transport bis zur Fußstaustufe 8-Lautrach und der Eingabe des Geschiebes unterhalb der Stufe 8. In der Periode 1951 bis 1981 sind laut einer Studie von LAHMEYER (1984) im Bereich zwischen Kempten und der Stufe 4-Altusried im Mittel 1.600 m<sup>3</sup> pro Jahr Geschiebe entnommen worden.

Innerhalb des 25 km langen Abschnittes erfolgt seit dem Bau der Staustufen (Stufe 5-8: 1930er / 1940er, Stufe 4:1960er) kein anthropogener Geschiebeeintrag zur Förderung von Kieslaichplätzen und Habitaten. Die Eintiefung der Gewässersohle im Transport- und Staubereich nach dem Bau der Kraftwerke ist gering. Die

Fließstrecken im unmittelbaren Unterwasser (UW) der Kraftwerke waren bereits vor dem Bau der Kraftwerke tief in die Süßwassermolasse erodiert (vgl. Abb. 3). Der verfestigte Flinzsand ist hydraulisch glatt, sodass durch den Mangel an transportierbarem Kies an der Sohle die Erosionsfähigkeit der Iller in diesem Bereich trotz höherer Fließgeschwindigkeiten begrenzt ist.

Die Gewässerufer sind auf langen Strecken verbaut und erlauben keine dynamische Uferentwicklung und damit auch keinen Geschiebeeintrag durch Seitenerosion. Im Mündungsbereich einzelner Zuflüsse wie der Rohrach (UW Stufe 5-Fluhmühle) oder dem Haldenmühlenbach (UW Stufe 4-Altusried) ist ein aktiver Geschiebeeintrag zu beobachten. Diese Einträge sind jedoch lokal begrenzt, da durch die Querbauwerke ein Transport durch die Stauseen hydraulisch unmöglich ist und das Geschiebe im Bereich der Stauwurzel abgelagert wird. Dort kommt es durch Sedimentationsprozesse von Schwebstoffen zur Kolmatierung, wodurch der Kies seine Funktion als Habitat oder Laichplatz verliert.

Eine besondere Situation ist im UW der Stufe 5-Fluhmühle zu erkennen. Durch den kontinuierlichen Geschiebeeintrag des Zuflusses Rohrach hat sich im unmittelbaren UW des Kraftwerks im Bereich der Fließstrecke eine durchgängige, mehrere Dezimeter mächtige Kiessohle gebildet (vgl. Abb. 3). Laut Aussagen der Fischereifachberatung Schwaben stellt dies eine für kieslaichende Fische ausreichende Umgebung dar. Die eingetragene Geschiebemenge beläuft sich auf einen mittleren jährlichen Eintrag in Höhe von ca. 100 – 200 m<sup>3</sup> (TSIGARIDAS 2016).

Die im Untersuchungsgebiet vorkommende Fischpopulation wurde durch künstlichen Besatz seitens der Fischereirechteinhaber aufrechterhalten, bzw. für nicht heimische Arten initiiert. Es bestanden bis vor 2014 keine Möglichkeiten für die aquatische Fauna flussaufwärts zu wandern, so dass nur eine Verdriftung flussabwärts über die Wehranlagen erfolgen konnte.

### **Die zukünftige Situation**

Im Rahmen einer Vereinbarung zwischen dem Freistaat Bayern und den Lechwerken AG (LEW, Muttergesellschaft der BEW) wurde ein umfangreiches Maßnahmenprogramm (Iller-Strategie 2020) zur Verbesserung der Fischökologie und der morphologischen Situation beschlossen. Dieses umfasst neben dem technischen Fischschutz und der Fischdurchgängigkeit mit begleitendem Monitoring einen umfangreichen Teil zur Verbesserung des Geschiebemanagements. Dieser Maßnahmenteil wird vom Institut für Geographie der Universität Augsburg wissenschaftlich vorbereitet und begleitet.

Im Rahmen des Geschiebemanagements wird ein punktueller Kieseintrag (direkter Eintrag sowie Zulassung von Seitenerosion durch Rückbau der Uferbefestigung) von vorher abgeschätzten Mengen erfolgen. Um die Haltbarkeit des Geschiebes vor Ort zu verlängern, werden abschnittsweise experimentelle Kombinationen von wasserbaulichen Maßnahmen empirisch getestet und optimiert. Ziel ist der Erhalt der Funktion des Geschiebes



(Laichplatz und Lebensraum) durch lokale und strömungsbedingte Umlagerungen zur Vermeidung von Kolmation. So soll der Abtransport des Geschiebes bei gleichzeitiger Umlagerung z.B. mithilfe von Buhnen und Kieswaben minimiert werden. Zur Anwendung soll ggf. auch das sogenannte River Instream Training kommen. In diesem Ansatz erfolgt die Modifizierung der Strömung und der daraus resultierenden Erosions- und Transportprozesse durch einen naturnahen Wasserbau mit minimalen Materialeinsatz (MENDE 2014). Ähnliche Ansätze zur Renaturierung von Fließgewässern mithilfe von minimalinvasiven Methoden sind in PATT ET AL. (2009) und PATT ET AL. (2011) beschrieben. Zusätzlich erfolgt bei der Planung die Berücksichtigung der fischökologischen Empfehlungen nach PULG (2007).

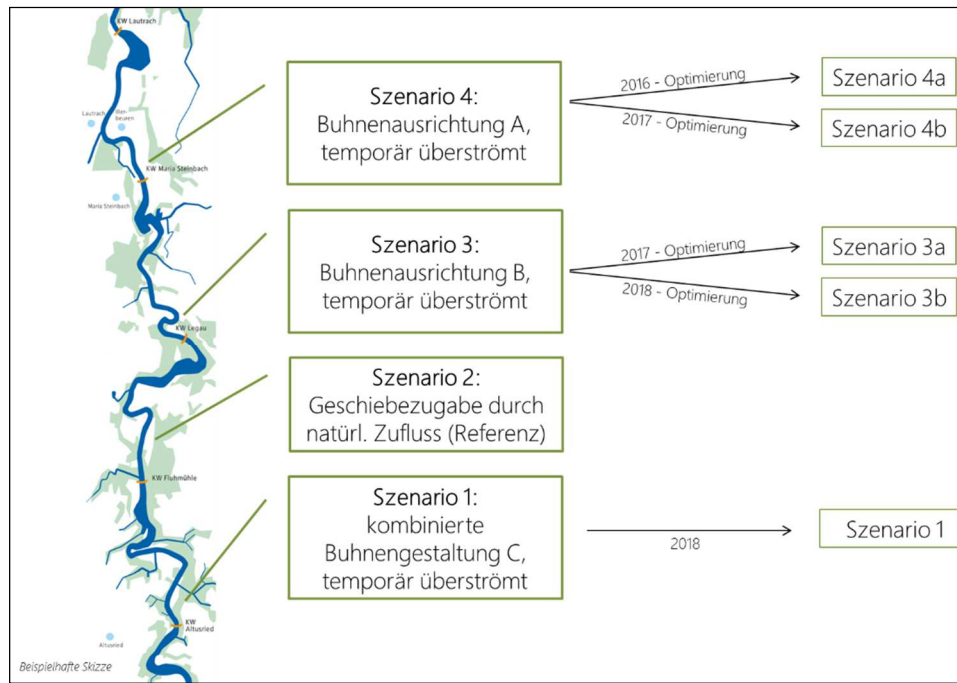
Mittels einer koordinierten Entnahme des Geschiebes vor den jeweiligen Stauwurzeln unterhalb der freien Fließstrecken ist eine Weiterverwendung des Materials nach dessen Transport im Fluss möglich. Andernfalls würde sich der Kies in den Staubereichen mit den Feinsedimenten vermischen und muss aufwendig ausgebagert und getrennt werden. Hinsichtlich der zu berücksichtigenden Prozesse wird insbesondere auf die in der Fachwissenschaft etablierten Merkblätter der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA 2012 und DWA 2015) zurückgegriffen.

Aufgrund der hydrodynamisch ähnlichen Fließstreckenbereiche im Unterwasser der Staustufen ist die experimentelle Anwendung unterschiedlicher Maßnahmen möglich. Hierbei sollen verschiedene Anordnungen und Kombinationen von wasserbaulichen Maßnahmen wie beispielsweise Lenkbuhnen angewendet werden. Deren Auswirkungen auf die Flussmorphologie der Iller werden dann laufend wissenschaftlich begleitet und bei Bedarf optimiert. Die Abb. 4 skizziert die geplante Vorgehensweise. Die genaue Abfolge und Umfang der einzelnen Maßnahmen werden derzeit erarbeitet.

Bei der Entwicklung eines effizienten Geschiebemanagements stehen weitere Aspekte im Vordergrund und sollen den ganzheitlichen Ansatz des Projektes unterstreichen:

- optimale Wirkung als Habitat und Lebensraum
- Vermeidung von Schäden durch die Bauarbeiten
- Reduzierung der negativen Auswirkungen auf vorhandene Lebensräume und des vorhandenen Natura2000 / FFH-Gebiets
- Ökonomische Auswirkungen
- CO<sub>2</sub> - Ausstoß durch Baggarbeiten und Transportaufwand
- Vereinbarkeit von Wasserkraft und Ökologie
- Übertragbarkeit auf vergleichbare Gewässer
- Verwendung als mögliches Best Practice Beispiel

- Schaffung von Schlüsselhabitaten für den Schutz und die Wiederansiedlung ursprünglich heimischen Fischarten wie Barbe (*Barbus barbus*), Äsche (*Thymallus thymallus*) oder Huchen (*Hucho hucho*).



**Abb. 4:** Skizzierung der geplanten Vorgehensweise Quelle: EIGENE ABBILDUNG 2016

#### 4. Monitoring und Bewertung

Um die Auswirkungen der empirischen Versuche bewerten zu können, wird derzeit eine Referenzaufnahme der morphologischen und vegetationsgeographischen Situation durchgeführt. In regelmäßigen Abständen (mindestens 2x pro Jahr) und nach Extremereignissen werden die Aufnahmen wiederholt, verglichen und bewertet. Bei dem Monitoring kommt die Kombination folgender Methoden zum Einsatz:

- Drohnengestützte Befliegungen und visuelle Luftbilddauswertung
- photogrammetrische Auswertung mithilfe des Structure-from-Motion Verfahrens (SfM)
- terrestrisches Laserscanning LiDAR
- Sohlpeilung mit einem differentiellen GPS und Sonar
- Begleitende Uferstruktur- und Vegetationskartierung
- Hydraulische Modelle

Durch die Kombination der Methoden können zusätzlich Rückschlüsse auf die Eignung zur Beantwortung der Fragestellungen gezogen werden. Bei der Bewertung der Maßnahmen erfolgt eine Zusammenarbeit mit den zuständigen Behörden nach den Kriterien der EG-WRRL (vgl. Erläuterungen in EG 2000) auch zur Gewährleistung der Vergleichbarkeit.

## Literaturverzeichnis

- Bayerisches Landesamt für Umwelt (2014): Hochwasserrisikomanagement-Plan Einzugsgebiet bayerische Donau Karte 1: Planungsräume und -einheiten. Hrsg. Von Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz. München. URL: [https://www.lfu.bayern.de/wasser/hopla\\_donau/einzugsgebiet/doc/hopladonau\\_din3\\_01\\_uebersicht.pdf](https://www.lfu.bayern.de/wasser/hopla_donau/einzugsgebiet/doc/hopladonau_din3_01_uebersicht.pdf) (abgerufen am 15.01.2016)
- Bayerisches Landesamt für Umwelt [Hrsg.] (2016): Statistik Kempten / Iller: Abflüsse (Jahresreihe 1901-2012). URL: [http://www.hnd.bayern.de/pegel/iller\\_lech/kempten-11402001/statistik?](http://www.hnd.bayern.de/pegel/iller_lech/kempten-11402001/statistik?) (abgerufen am 28.02.016)
- Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. DWA [Hrsg.] (2012): Merkblatt DWA-M 525: Sedimentmanagement in Fließgewässern – Grundlagen, Methoden, Fallbeispiele. Hennef.
- Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. DWA [Hrsg.] (2015): Merkblatt DWA-M 526: Grundlagen morphodynamischer Phänomene. Hennef.
- Europäische Gemeinschaft EG (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik.
- Habbe, K. A. (2000): Beobachtungen zur Gerinneneu- und -weiterbildung im überstauten Bereich der Stauhaltung Fluhmühle im Durchbruchstal der Iller (Bayerisch-Schwaben, Deutschland). In: Beiträge zur Geomorphologie. Hrsg. Von C. Hegg & D. von der Mühl. Birnensdorf. S. 55-63.
- Lahmeyer International (1984): Illerstaustufe Altusried. Untersuchungen der Stauraumverlandung. München.
- Mende, M. & Tent, L. (2014): Instream River Training – Naturnaher Flussbau mit minimalem Materialeinsatz. In: Gewässer-Info Nr. 60. Hrsg. von der Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. DWA. S. 721-726.
- Patt, H., Jürging P. & Krauss W. (2009): Naturnaher Wasserbau: Entwicklung und Gestaltung von Fließgewässern. 3., aktualisierte Aufl. Berlin: Springer.
- Patt, H., Gonsowski P. & Vischer D. (2011): Wasserbau: Grundlagen, Gestaltung von wasserbaulichen Bauwerken und Anlagen. 7., aktualisierte Aufl. Heidelberg: Springer.
- Pulg, U. (2007): Die Restaurierung von Kieslaichplätzen. Hrsg. von Landesfischereiverband Bayern e.V. LfV. München.

Reineck, H.-E. (1996): Die Iller. Geschichte der Morphologie, Sedimentologie und Ökonomie eines Alpenflusses. In: Jahresberichte und Mitteilungen des Oberrheinischen Geologischen Vereins 78, S. 417-457.

Tsigaridas, M. (2016): Quantifizierung der jährlichen Geschiebefracht an der Rohrach (Iller) mit verschiedenen Methoden. Master-Arbeit am Institut für Geographie, Universität Augsburg (unveröffentlicht).

+